

510, 856
12 OCT 2004

Rec'd PC TO

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Oktober 2003 (23.10.2003)

PCT

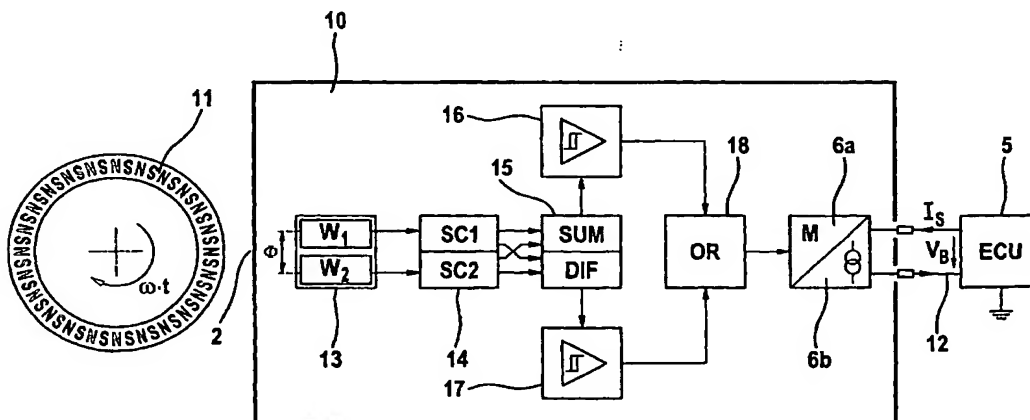
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/087845 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01P**
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/EP03/03947**
- (22) Internationales Anmeldedatum:
16. April 2003 (16.04.2003)
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch**
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch**
- (30) Angaben zur Priorität:
102 17 435.0 18. April 2002 (18.04.2002) **DE**
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG** [DE/DE]; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt/Main (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LOHBERG, Peter** [DE/DE]; Am Ringelsberg 7, 61381 Friedrichsdorf (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG**; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt/Main (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): **CN, DE, JP, KR, US.**
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): **europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).**
- Veröffentlicht:**
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: **METHOD AND DEVICE FOR THE DETECTION OF LOCAL DISPLACEMENTS AND ROTATIONS**

(54) Bezeichnung: **VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERFASSUNG VON ORTSVERSCHIEBUNGEN UND DREHBEWEGUNGEN**



(57) Abstract: Disclosed is a method for the detection of local displacements and rotations, wherein a sum signal and additionally a difference signal are formed from two separately generated signals of two transformer elements (W_1 , W_2) which are distanced from each other, whereupon the sum signal and the formed difference signal are OR operated. Also disclosed is a moving incremental scale local frequency doubling device. Said device comprises an encoder (1a, 1b, 1c), a magnetically sensitive converter (9, 13) and a signal conditioning stage (6a, 6b) electrically connected thereto. The transformer comprises at least two sensorially active functional groups contemporaneously using sensorially active groups or sub-groups (W_1 , W_2) which are locally offset in relation to each other by a local phase F in order to scan the moving scale and the functional groups comprise means enabling at least two independent partial signals $S_1 = V \cdot \sin(Ot)$ and $S_2 = -V \cdot \sin(Ot + F)$ to be produced.

(57) Zusammenfassung: Beschrieben ist ein Verfahren zur Erfassung von Ortsverschiebungen und Drehbewegungen, bei dem aus zwei getrennt erzeugten Signalen von zwei zueinander beabstandeten Wandlerelementen (W_1 , W_2) ein Summensignal und zusätzlich ein Differenzsignal gebildet wird und anschließend das gebildete

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Summensignal und das gebildete Differenzsignal miteinander ODER-verknüpft werden. Weiterhin wird eine Vorrichtung zur Ortsfrequenzverdopplung von bewegten inkrementalen Maßstäben beschrieben. Diese umfasst einen Encoder (1a, 1b, 1c), einen magnetisch empfindlichen Wandler (9, 13) und eine mit diesem elektrisch verbundene Signalaufbereitungsstufe (6a, 6b), wobei der Wandler mindestens zwei sensorisch aktive Funktionsgruppen umfasst, welche um eine Ortsphase ϕ örtlich zueinander versetzte sensorischaktive Gruppen oder Teilgruppen (W_1 , W_2) zeitgleich zur Abtastung des bewegten Maßstabes nutzen, und wobei die Funktionsgruppen Mittel umfassen, mit denen mindestens zwei unabhängige Teilsignale $S_1 = V * \sin(\omega t)$ und $S_2 = -V * \sin(\omega t + \phi)$ erzeugt werden.

Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung von Ortsverschiebungen und Drehbewegungen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß Oberbegriff von Anspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß Oberbegriff von Anspruch 3.

Vorrichtungen zur Raddrehzahlerfassung in Kraftfahrzeugen (Kfz), wie in Fig. 1 schematisch dargestellt, sind im Prinzip bekannt. Sie bestehen aus einem Encoder und einem Sensor, der diesen Encoder über einen Luftspalt magnetisch abtastet. Der Encoder ist ein Maschinenelement, das mit dem drehenden Ring eines Radlagers mechanisch verbunden ist und einen inkrementalen Winkelmaßstab trägt. Der Winkelmaßstab wird als ganzzahlige Folge magnetisch abwechselnd unterschiedlich wirksamer Areale ausgeführt, die eine kreisförmige Encoderspur bilden. Es ist üblich, als Encoder Zahnräder, ferromagnetische Lochscheiben oder permanentmagnetisierte Strukturen zu verwenden, z.B. magnetisierte Radlagerdichtungen. Der Sensor reagiert auf die periodischen Wechsel Zahn/Lücke bzw. Loch/Steg oder Nord-/Südpol mit einem periodischen elektrischen Signal, das die inkrementale Winkelteilung als zeitlichen Spannungs- oder Stromverlauf abbildet. Als sensorisch wirksame Bauteile werden Induktionsspulen, magnetoresistive Brücken und Hall-Elemente verwendet, die zum Teil in Kombination mit zusätzlichen elektronischen Schaltungen betrieben werden. Es ist üblich, Sensoren als "aktive Sensoren" zu bezeichnen, wenn sie zum Betrieb eine Stromversorgung benötigen und als "passive" Sensoren wenn sie, wie Induktionsspulen, zum Betrieb keine zusätzliche Stromversorgung benötigen.

In der EP-A 0 922 230 (P 8775) wird eine Anordnung zur Erfassung des Drehverhaltens eines rotierenden Encoders beschrieben, mit einem Sensormodul das folgende Funktionsgrup-

BESTÄTIGUNGSKOPIE

- 2 -

pen enthält: Ein Sensorelement auf Basis des magnetoresistiven Effektes, eine steuerbare Stromquelle, die einen das Drehverhalten darstellenden eingepprägten Strom liefert, und einen Modulator, der in Abhängigkeit von Signalen des Sensorelementes die Stromquelle steuert. Das Sensormodul ist magnetisch mit dem Encoder gekoppelt. Das Ausgangssignal ist ein das Drehverhalten darstellendes Signal mit überlagerten Status und/oder Zusatzsignalen. Die Statussignale enthalten u.a. die Drehrichtungsinformation.

In der WO 99 49322 (P 9352) wird eine Schnittstelle beschrieben, bei der die Drehrichtungsinformation und deren Gültigkeit als 2-bit-Information innerhalb eines 8-bit-Wortes enthalten ist, das nach jedem Drehzahlimpuls gesendet wird. Es sind außerdem aktive Sensorelemente auf Basis des Hall-Effektes bekannt (TLE 4942, Infineon Technologies, München), bei denen neben der Drehzahl auch die Information über die Drehrichtung in kodierter Form übertragen wird. Hierbei wechselt das Signal zwischen 2 Strompegeln. Der zeitliche Abstand der aufsteigenden Flanken signalisiert die Raddrehzahl, während die Drehrichtung über unterschiedliche Pulsdauern kodiert ist.

Es ist bereits vorgeschlagen worden, zur Erreichung höherer Luftspalte die inkrementale Winkelauflösung des Encoders zu halbieren und diese danach durch Verdopplungsmechanismen unter Verwendung zueinander ortsverschobener Sensoren wieder zu kompensieren. So wird in der DE 199 06 937 die Verwendung von zwei GMR-Sensoren angeregt, deren örtliche Anordnung zueinander eine Phasenverschiebung von etwa 90° bewirken. Die Signale der beiden Sensoren werden verstärkt, über Schwellenschalter geführt und exklusiv-oder verknüpft. Mit Hilfe von Flip-Flop-Schaltungen soll zudem die Drehrichtung ermittelt werden. Es wird weiterhin vorgeschlagen, die Sensoren

auf einem gemeinsamen Substrat anzuordnen, um den Abstand zwischen beiden Sensoren möglichst präzise einhalten zu können.

Die Anwendung dieses Standes der Technik hat in der Praxis mehrere hinderliche Einschränkungen. So ist es für den Anwendungsfall der Raddrehzahlerfassung im Automobil erforderlich, gleiche Sensoren mit Encodern unterschiedlicher Module kombinieren zu können (Modul = Lesedurchmesser / Encoderperiodenzahl). Erfahrungsgemäß bewegt sich der Modulbereich zwischen 1,2 mm bis 2,5 mm, d.h. es muss ein Verhältnis von $2,5 / 1,2 = \text{ca. } 2$ abgedeckt werden. Um stets etwa 90° Phasenverschiebung einzuhalten müssten unter Maßgabe des Standes der Technik eine größere Anzahl unterschiedlicher, an verschiedene Module angepasste Sensoren bereitgehalten werden. Diese Notwendigkeit steht dem Bestreben nach wirtschaftlicher Fertigung und Qualität großer Stückzahlen eines gleichen Produktes entgegen. Wird auf die Modulanpassung verzichtet entsteht ein anderer Nachteil dadurch, dass mit zunehmender Phasenabweichungen vom Sollwert 90° jeder der exklusiv-oder-verknüpften sensorischen Kanäle ein individuell schwankendes Tastverhältnis zum Gesamtsignal beisteuert, was den Jitter für den Betrieb moderner Bremsregler unzulässig erhöht. Um ein solches Signal zu nutzen, ist in der ECU ein deutlich erhöhter Aufwand erforderlich als bei herkömmlichen Sensoren, bei denen die Signalfrequenz der Encoderfrequenz folgt. Herkömmlicherweise wird von steigender zu steigender Flanke und von fallender zu fallender Flanke ausgewertet, um die Raddrehzahl zu bestimmen. Man vermeidet dadurch Jitterfehler, die durch ein unsymmetrisches Tastverhältnis entstehen. Werden zwei Teilsignale nach dem Vorschlag der bereits weiter oben erwähnten DE 199 06 937 gemischt, dann verdoppelt sich der auftretende Fehler, denn die ECU muss nun zusätzlich zwischen zwei Flankengruppen un-

terscheiden, nämlich steigende und fallende Flanken des einen Teilkanals und steigende und fallende Flanken des anderen Teilkanals. Dies bedeutet jedoch auch, dass eine in der geschilderten Weise zur Auswertung gelangende Signalfrequenz nicht tatsächlich verdoppelt ist, sondern lediglich die einfache Encoderfrequenz ohne zusätzlichen Nutzeffekt zweifach ermittelt wird. Der aufgeführte Stand der Technik (DE 199 06 937) setzt also zu seiner praktischen Nutzung eine exakte Phasenverschiebung von 90° , also eine absolute Modulanpassung voraus, was aus den genannten Gründen nachteilig ist.

Die vorliegende Erfindung hat somit das Ziel, mit einem Sensor pro Encoderwinkelperiode, z.B. Nord/Südpol-Paar, Zahn/Lücke, ein Signal mit doppelter zeitlicher Periodenzahl zu erzeugen. Mit anderen Worten ist das Ziel der Erfindung, eine Verdopplung der Ortsfrequenz von inkrementalen Maßstäben, die mittels Sensoren über eine Feldkopplung gelesen werden, zu erreichen. Die Erfindung findet ihre Anwendung insbesondere bei der Erfassung von Linearweg- und/oder Winkelverschiebungen bzw. der Erfassung zugehöriger Bewegungsgeschwindigkeiten oder Drehzahlen in der Kfz-Industrie.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch das Verfahren in Anspruch 1 und die Vorrichtung in Anspruch 3.

Nach der Erfindung werden zwei oder mehrere zeitgleich wirksame, örtlich gegeneinander versetzte magnetoelektrische Wandler verwendet, deren Ortsversatz (Ortsphase) sich bei Bewegung des Encoders als Signalphasenwinkel abbildet. Die Erzeugung einer solchen Phasenverschiebung wird zur Realisierung der vorliegenden Erfindung benötigt.

Die Lösung gemäß der Erfindung vermeidet bei vergleichbarem Realisierungsaufwand die genannten Nachteile bekannter Vor-

richtungen.

Nach einer ersten bevorzugten Ausführungsform weist der Encoder eine Folge einander abwechselnder permanentmagnetischer Nord/Südpol-Areale auf, welche insbesondere gleiche Abmessungen haben und eine zu einem Kreis geschlossene Encoderspur bilden.

Der Encoder kann auch eine Folge einander abwechselnder ferromagnetischer Zonen und magnetisch nichtleitender Zonen umfassen. Die Zähne und Lücken haben dann üblicherweise ebenfalls gleiche Abmessungen und bilden eine zu Kreis geschlossene Encoderspur. In einer alternativen bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung besteht der Encoder daher aus einer Folge von Zähnen und Lücken aus einem ferromagnetischen Material.

Als Encoder kann jedoch ebenfalls ein Lineal vorgesehen sein, bei dem die besagten Areale aneinander gereiht sind. Es ist auch möglich, dass die Zähne und Lücken so aneinander gereiht sind, dass sie eine Zahnstange bilden.

Im Falle eines Encoders mit permanentmagnetischen Arealen ist es besonders bevorzugt, dass die Areale gleiche Abmessungen haben und als eine zu einem Kreis geschlossene Encoderspur in die Seitenwand eines Luftreifens eingebracht sind, so dass dieser Encoder für einen an sich bekannten Seitenwandtorsionssensor ("Side-Wall-Torsion"-Sensor, nachfolgend SWT-Sensor) nutzbar ist. Die Anzahl der zu einem Kreis geschlossenen Nord/Südpol-Paare auf der Seitenwand des Reifens beträgt insbesondere genau 24.

Bevorzugte Verwendungen sind im Gebiet bekannter elektronisch geregelter Bremsensysteme (ABS, ASR, ESP usw.) oder

bei Steuersystemen zur Fahrwerkregelung (Chassissysteme), z.B. mit Winkelpositionsgebern, motorischen Verstelleinrichtungen, elektrischen Anlenkvorrichtungen etc.. Besonders bevorzugt ist die Verwendung der Erfindung bei der Erfassung von Raddrehzahlen in Kraftfahrzeugen, ganz besonders bevorzugt für solche, die integriert mit Radlagern verbunden sind. Eine weitere bevorzugte Verwendung stellt das Gebiet der SWT-Sensorik dar.

Nachfolgend wird die Erfindung an Hand von Figuren näher erläutert. Weitere bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Figurenbeschreibung.

Es zeigen

- Fig. 1 die Struktur der erfindungsgemäßen Anordnung,
- Fig. 2 eine Darstellung des Verfahrens und der Vorrichtung am Schema eines Sensormoduls,
- Fig. 3 eine mögliche Kombination mit einem SWT-Reifen,
- Fig. 4 die signaltechnische Verfahrensbasis,
- Fig. 5 eine elektronische Schaltung zur Realisierung des Verfahrens,
- Fig. 6 Beispiele von Wandlern mit Ortsphase,
- Fig. 7 eine Verfahrensvariante mit digitaler Offsetkompensation,
- Fig. 8 eine Verfahrensvariante mit Drehrichtungserken-

nung,

Fig. 9 verschiedene Protokollvarianten des Signalstromes, und

Fig. 10 verschiedene Ausführungsformen für gehäuste Sensormodule.

Wie in Fig. 1 dargestellt, ist in der erfindungsgemäßen Anordnung wahlweise ein Encoder 1a, 1b oder 1c vorgesehen, der über eine magnetische Kopplung 2 mit einem aktiven Sensor 3 zusammenwirkt, der seinerseits über eine elektrische Stromschnittstelle 4 Raddrehzahlsignale an eine elektronische Kontrolleinrichtung 5 sendet. Als Encoder werden hier allgemein Maschinenelemente bezeichnet, die als inkrementale Maßstabsverkörperung ausgebildet sind. Zur Erläuterung der Erfindung werden vorrangig Winkelmaßstäbe verwendet, jedoch gelten alle Ausführungen gleichermaßen für lineare Wegmaßstäbe bzw. Lineale. Der Winkelmaßstab 1a besteht aus einer ganzzahligen Folge gleichartiger Areale einander abwechselnder magnetischer Nord- und Südpole, die eine zu einem Kreis geschlossenen Encoderspur bilden. Der Encoder 1b ist eine gefensterte ferromagnetische Scheibe und Encoder 1c ein Stahlzahnrad. Die drei angeführten Encoder stehen stellvertretend für die Vielzahl derartiger Encodervarianten. Zur Raddrehzahlerfassung ist der Encoder mit dem drehenden Ring des Radlagers mechanisch verbunden und der magnetische Feldstärkeverlauf der Encoderspur wird durch den ortsfesten aktiven Sensor magnetisch berührungslos (Pfeil M) über den Luftspalt 2 abgetastet. Als "aktiver" Sensor wird allgemein ein Messfühler bezeichnet, der zu seinem Betrieb eine externe elektrische Energieversorgung benötigt. Der Encoder rotiert mit der Winkelgeschwindigkeit ω . Der magnetisch empfindliche Wandler 9 ist technisch dergestalt ausgebildet,

dass aus seinen Wandler signalen entweder nur die Winkelgeschwindigkeit (Raddrehzahl) oder auch zusätzlich die Drehrichtung des Rades (Vorzeichen der Winkelgeschwindigkeit) abgeleitet werden können. Beide Informationen werden einem Modulator 6a zugeführt, der daraus ein kodierte Signal erzeugt, mit dem eine Stromquelle 6b angesteuert wird, die einen kodierte Signalstrom über die elektrische Verbindung 4 an die Eingangsstufe 7 der Kontrolleinrichtung 5 sendet. Der Eingangsstufe nachgeschaltet ist eine Demodulationsstufe 8, in der Winkelgeschwindigkeit und Drehrichtung als separate Informationen zurückgewonnen werden. Erfindungsgemäß bevorzugt werden als sensorische Elemente solche Elemente verwendet, die magneto elektrische Wandler auf Basis von XMR-Effekten beinhalten. Besonders bevorzugt werden solche Sensoren eingesetzt, die Wandler auf Basis des AMR-Effektes umfassen. (siehe VDI-Technologiezentrum, Düsseldorf, Technologieanalyse Magnetismus, Band 2). Selbstverständlich können gemäß der Erfindung auch andere magneto elektrische Wandler verwendet werden, wie insbesondere Wandler mit Hall-Elementen.

Die Anordnung in Fig. 2 besteht aus einem Sensormodul 10, das über eine Zweidrahtschnittstelle 12 mit einem Steuergerät 5 und gleichzeitig über eine magnetische Schnittstelle 2 mit einem magnetisierten Encoder 11 zusammenwirkt. Das Steuergerät 5 versorgt das Sensormodul mit elektrischer Energie über eine Spannung V_B und empfängt den Signalstrom J_S . Im Sensormodul befindet sich ein magneto elektrischer Wandler 13, der aus zwei Komponenten W_1 und W_2 zusammengesetzt ist, die um den Abstand Φ gegeneinander versetzt sind, und die so wirken, dass bei einem rotierenden Encoder, ähnlich wie in zuvor beschriebener Weise, zwei Signale $S_1 = A * \sin(\omega t)$ und $S_2 = -A * \sin(\omega t + \varphi)$ erzeugt werden. Die Signale S_1 und S_2 werden in einer Signalaufbereitungsstufe 14 separiert

verstärkt (SC1, SC2) und danach einer Verrechnungsstufe 15 zugeführt. Die Verrechnungsstufe enthält zwei Kanäle. Im ersten Kanal wird die Teilsignalsumme $SUM = S_1 + S_2$ und im zweiten Kanal die Teilsignaldifferenz $DIF = S_1 - S_2$ gebildet. SUM und DIF werden anschließend in zwei gleichartigen Verstärkerstufen mit Schalthysterese 16, 17 separat verstärkt. Die Verstärkungsfaktoren sind gerade so hoch gewählt, dass ein Kompromiss zwischen maximal steilen Nulldurchgängen und einem Minimum an Störung durch mitverstärkten Offset eingestellt ist. Die Teilsignale werden über eine ODER-Schaltung 18 zusammengeführt und einem Modulator 6a mit Signalstromquelle 6b zugeführt, so dass ein definiertes Signalstromprotokoll erzeugt werden kann. Wie später an Hand von Fig. 4 gezeigt wird, hat das aus SUM und DIF zusammengesetzte Signal die vorteilhafte Eigenschaft, dass weitgehend modulunabhängig stets ein Gesamtsignal mit einem Tastverhältnis 1:1 erzeugt wird, das von der ECU in üblicher Weise von steigender zu steigender Flanke und von fallender zu fallender Flanke ausgewertet werden kann und damit zugleich die gewünschte Frequenzverdopplung erreicht wird.

Fig. 3 zeigt eine Anwendungsvariante von Fig. 2 für Fahrzeugreifen mit encoderartig magnetisierter Seitenwand, wie sie für sogenannte Side-Wall-Torsion-Sensorik (SWT-Sensorik) z.B. gemäß der DE 196 20 582 (P 8700) eingesetzt werden. In die Seitenwand des Reifens 19 sind alternierend streifenförmige Nord/Südpol-Areale eingebracht, die sich zu einer ringförmigen Encoderspur schließen. Die Encoderspur wird durch zwei übereinander angeordnete magnetisch empfindliche Sensoren abgetastet. Zum praktischen Betrieb ist zwischen Seitenwand und Sensor ein Luftspalt von ca. 40 mm einzustellen. Dies wird gegenwärtig mit einer Polpaarzahl von 24 erreicht. Es besteht jedoch der Bedarf, die Ortsauflösung zu verdoppeln. Durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei

dem dargestellten Sensorprinzip kann diesem Bedarf genügt werden.

Fig. 4a erläutert den signaltechnischen Hintergrund der Erfindung am Beispiel einer magnetoresistiven Brücke 21, unter der eine magnetisierte Encoderspur 22 vorbei bewegt wird. Die vier Brückenwiderstände 23, 24, 25 und 26 sind bis auf deren Wirkrichtung gegenüber dem Magnetvektor des Encoders weitestgehend identisch. Die jeweils vorliegende Wirkrichtung ist durch die Symbole (+) und (-) gekennzeichnet und bedeuten Zunahme oder Abnahme des Brückenwiderstandes unter gleicher Feldrichtung, so dass die Entstehung der Teilspannungen S_1 und S_2 ersichtlich wird. Zwischen den Brückenzweigen 23, 24 und 25, 26 besteht ein örtlicher Abstand φ . Fig. 4b zeigt, dass bei positiver Ortsphase mit dem Nulldurchgang der Signalfunktion DIF ein Extremwert der Signalfunktion SUM korrespondiert, so dass die Signalverläufe zueinander orthogonal bleiben, also stets 90° Phasenverschiebung zueinander aufweisen. Das gleiche gilt für die negative Ortsphase gemäß Fig. 4c. Der Zusammenhang ist von der Größe der Ortsphase im angestrebten Modulverhältnis 2:1 unabhängig und erfüllt damit das erfindungsgemäße Ziel. Es wird vorzugsweise vorgeschlagen, bei dem kleinsten gewünschten Modul im Sensor ca. 40° Ortsphase zu realisieren.

Fig. 5 zeigt eine einfache analoge Schaltung zur Realisierung der Erfindung. Es werden in diesem Beispiel zwei magnetoresistive Vollbrücken 27, 28 verwendet, deren Signale über die Instrumentationsverstärker 29, 30 gleichartig aufbereitet werden und dann zugleich sowohl einem Summierverstärker 31 als auch einem Differenzverstärker 32 zugeleitet werden. Die Ausgangssignale SUM und DIF werden einem ODER-Glied 33 zugeführt, so dass das gewünschte frequenzverdoppelte Signal an Ausgang 34 abgegriffen werden kann.

Nach einem weiteren, nicht gezeichneten Beispiel können auch die Signale der elektromagnetischen Teilwandler W_1 , W_2 aus Fig. 4 über entsprechende Instrumentationsverstärker 29, 30 aufbereitet und dann sowohl einem Summierverstärker 31 als auch einem Differenzverstärker 32 zugeleitet werden. Die Ausgangssignale dieser beiden Verstärker werden dann ebenfalls einem ODER-Glied 33 zugeführt, an dessen Ausgang 34 das gewünschte frequenzverdoppelte Signal abgegriffen werden kann.

Fig. 6 zeigt Beispiele von Wandleranordnungen und deren wirksame gegenseitige Ortsverschiebung φ , die erfindungsgemäß genutzt werden können. Hierbei zeigt Fig. 6a zwei separate Areale einer Hall-Anordnung. Fig. 6b zeigt drei separate Areale einer Hall-Anordnung, wobei den beiden äußeren Arealen das mittlere Areal gemeinsam zugeordnet ist. Fig. 6c symbolisiert eine magnetoresistive Brücke, deren Ortsphase φ durch den Ortsabstand der beiden Brückenarme entsteht. Fig. 6d zeigt eine magnetoresistive Brückenstruktur mit drei Brückenarmen, wobei den beiden äußeren Brückenarmen der mittlere Brückenarm zugeordnet ist. Fig. 6e zeigt zwei separate Vollbrücken, deren Ortsphase φ durch den Ortsabstand der Brückenmitten entsteht.

Die elektromagnetischen Teilwandler W_1 , W_2 und deren Ortsversatz φ sind bevorzugt gegeneinander durch zwei oder drei separate Areale einer Hall-Anordnung realisiert.

Es ist ebenfalls sinnvoll und daher bevorzugt, dass die elektromagnetischen Teilwandler W_1 , W_2 und deren Ortsversatz φ gegeneinander durch den Abstand zweier oder dreier Brückenarme einer magnetoresistiven Brücke 53 oder 54 realisiert

sind.

Bei den sensorisch aktiven Teilwandlern handelt es sich vorzugsweise um solche Typen, welche mit magnetoresistiven Leiterstrukturen aufgebaut sind, auf die zusätzlich eine Barberpole-Struktur aufgebracht ist.

Es ist auch möglich und daher ebenfalls bevorzugt, dass die elektromagnetischen Teilwandler (W_1 , W_2) und deren Ortsversatz φ gegeneinander durch den Mittenabstand zweier magnetoresistiver Brücken 55 realisiert sind.

Fig. 7 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung mit digitaler Offsetkompensation 35 der beiden Teilsignale von den Wandlern W_1 und W_2 . Die digitale Offsetkompensation ermöglicht eine sehr hohe Verstärkung der Signale SUM und DIF und daher eine besonders hohe Güte der 90° Phasenverschiebung. Im Beispiel geschieht die Offsetkompensation über eine elektronische Funktionseinheit 35, die die Signale aus SC1 und SC2 wechselweise über einen Multiplexer (MUX) der digitalen Offsetkompensationsstufe (DOC) zuführt. Die Ausgangssignale SC1 und SC2 sind danach im wesentlichen reine Wechselstromsignale.

Fig. 8 zeigt eine Ausführungsform von Fig. 7 mit zusätzlicher Berechnung der Drehrichtung in einer Stufe 36. Aus Figuren 4b und 4c wird ersichtlich, dass zu den Signalzeitpunkten $DIF = 0$ das Signal SUM einen Extremwert annimmt, dessen Vorzeichen zum Vorzeichen von φ (Drehrichtung) in festem Bezug steht. Dies kann zur Richtungserkennung ausgenutzt werden. Dieses Verfahren der Richtungserkennung ist aus SAE Technical Paper #2000-01-0082, Stefan Pusch, an sich bekannt, jedoch nicht im Zusammenhang mit den erfindungsgemäßen Verwendungen. Es ist ebenfalls ein bevorzugter Gegen-

tand der Erfindung, das in diesem Absatz beschriebene an sich bekannte Verfahren der Richtungserkennung mit dem Verfahren und der Vorrichtung der vorliegenden Erfindung zu kombinieren.

Fig. 9 zeigt erfindungsgemäße Vorschläge zur Realisierung von Datenprotokollen für die beschriebenen Sensorvarianten. In Teilbild 9a ist der zeitliche Verlauf beispielsweise eines Encoderspurzahnrades dargestellt. Fig. 9d zeigt ein vorteilhaftes Signalstromprotokoll, dessen zwei Amplituden J_L und J_M mit doppelter Frequenz dem Amplitudenwechsel der Encoderspur folgen. Fig. 9c zeigt ein Signalstromprotokoll mit den Strompegeln J_L , J_M und J_H . Die Impulsfolge J_H kennzeichnet die doppelte Encoderfrequenz. Danach folgt eine Pause und anschließend 9 Bit Zusatzinformation. Die Impulslänge t_p ist zugleich gültig für die Länge der Pause und die Länge der Bits in der Zusatzinformation. Die Zeitspanne t_p liegt besonders vorteilhaft im Bereich um ca. 50 μ s. In der Zusatzinformation ist unter anderem die Drehrichtungsinformation kodiert. Fig. 9b zeigt den erfindungsgemäßen Vorschlag eines einfachen Protokolls mit den Strompegeln J_L , J_M und J_H zur Kodierung von Drehzahl und Drehrichtung. Während der Pulsabstand die Drehzahl abbildet, ist die Drehrichtung in den Signalthöhen J_M und J_H kodiert. Die Impulslänge t_p kann auch hier um etwa 50 μ s liegen. Besonders geeignete Werte für die Stromstärken der Impulse liegen bei etwa $J_L = 7$ mA, $J_M = 14$ mA und $J_H = 28$ mA.

Der in den Figuren 1 und 2 dargestellte Modulator 6a erzeugt daher bevorzugt in Kombination mit der ebenfalls in diesen Figuren dargestellten Signalstromquelle 6b ein Signalstromprotokoll 56, das zwei unterschiedliche Amplituden J_L und J_M aufweist, die mit doppelter Frequenz einem Encoderspurwechsel 59 (siehe Teilbild 9a)) folgen. Alternativ ist es bevor-

zugt, dass der Modulator 6a in Kombination mit der Signalstromquelle 6b ein Signalstromprotokoll 57 erzeugt, das drei unterschiedliche Amplituden J_L , J_M und J_H aufweist, die mit vierfacher Frequenz einem Encoderspurwechsel 59 folgen, wobei in das Signalmuster neben der Raddrehzahlinformation auch weitere Zusatzinformationen, u.a. die Drehrichtung, einkodiert sind.

Der Modulator 6a erzeugt in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform in Kombination mit der Signalstromquelle 6b ein Signalstromprotokoll 58, das drei unterschiedliche Amplituden J_L , J_M und J_H aufweist, die mit vierfacher Frequenz einem Encoderspurwechsel 59 folgen, wobei durch die Amplituden J_M und J_H zwischen zwei Drehrichtungen unterschieden wird.

Die drei Signalstromamplituden J_L , J_M und J_H liegen zweckmäßigerweise bei etwa 7 mA, 14 mA und 28 mA. Die Pulsdauer t_p der Raddrehzahlinformation 57 bzw. 58 beträgt zweckmäßigerweise ebenfalls etwa 50 μ s.

Fig. 10 zeigt Ausführungsformen von Gehäusen und Vorspannmagneten, wie sie in Kombination mit der Erfindung vorteilhaft angewendet werden können. Teilbilder 10a), b) und c) zeigen Ausführungsformen mit unterschiedlich großen Magneten 37, 38 und 39. Die Magnete können sich ferner in der Magnetisierungsrichtung voneinander unterscheiden. Die magneto-elektrischen Wandler W_1 und W_2 sind in dem Gehäuseteil 40 untergebracht; die gesamte elektronische Schaltung zur Verarbeitung der Wandler signale ist in dem Gehäuseteil 41 mit dem Zweidrahtausgang 42 untergebracht. Zwischen den Funktionseinheiten in den Gehäuseelemente 40 und 41 besteht eine vierpolige elektrische Verbindung 43. Fig. 10d zeigt eine Ausführungsform, bei der sowohl Wandler als auch elektroni-

sche Schaltkreise in einem gemeinsamen Gehäuse 44 untergebracht sind. Erfindungsgemäß wird hierbei SOI-Technologie verwendet.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Vorrichtung in einem einteiligen Gehäuse 44 integriert, welches sowohl die sensorisch aktiven Teilwandler W_1 und W_2 , als auch die erforderlichen elektronischen Schaltkreise zur Signalverarbeitung bis zum Zweidrahtausgang 42 aufnimmt.

Die Gehäuseformen in den Teilbildern a) bis c) werden auf dem Gebiet der Raddrehzahlsensorik üblicherweise eingesetzt. Entsprechendes gilt auch für die Realisierung der Stromschnittstellen gemäß Fig. 9c und Fig. 9d. Siehe hierzu PHILIPS DATA HANDBOOK SC17, Seite 234 ff. und Seite 170 ff.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung von Ortsverschiebungen und Drehbewegungen, dadurch **gekennzeichnet**, dass aus zwei getrennt erzeugten Signalen von zwei zueinander beabstandeten magnetoelektrischen Wandlerelementen (W1, W2) ein Summensignal und zusätzlich ein Differenzsignal gebildet wird und anschließend das gebildete Summensignal und das gebildete Differenzsignal miteinander ODER-verknüpft werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass das gebildete Summensignal und das gebildete Differenzsignal vor der ODER-Verknüpfung jeweils so hoch verstärkt werden, dass im wesentlichen rechteckförmige Signale entstehen.
3. Vorrichtung zur Ortsfrequenzverdopplung von bewegten inkrementalen Maßstäben, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens gemäß Anspruch 1 oder 2, mit einem Encoder (1a, 1b, 1c), einem magnetisch empfindlichen Wandler (9, 13) und einer mit diesem elektrisch verbundene Signalaufbereitungsstufe (6a, 6b), dadurch **gekennzeichnet**, dass der Wandler mindestens zwei sensorisch aktive Funktionsgruppen umfasst, welche um eine Ortsphase φ örtlich zueinander versetzte sensorisch aktive Gruppen oder Teilgruppen (W_1 , W_2) zeitgleich zur Abtastung des bewegten Maßstabes nutzen, wobei die Funktionsgruppen Mittel umfassen, mit denen mindestens zwei unabhängige Teilsignale mit im wesentlichen dem Verlauf gemäß den Funktionen

$$S_1 = V * \sin(\omega t) \quad \text{und} \quad S_2 = -V * \sin(\omega t + \varphi)$$

erzeugt werden.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass, die Signale in zwei oder mehreren separaten Signalkanälen verarbeitet werden, welche eine gleichartige Verstärkung und/oder Filterung durchführen.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Signale zwei separaten Verrechnungseinheiten zugeführt werden und die daraus erzeugten Signale jeweils zugehörigen nachgeschalteten Signalverstärkern mit gleich großer Verstärkung und einer ebenso großen Schalthysterese zugeführt werden.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, dass durch die erste Verrechnungseinheit kontinuierlich eine Signalsumme ($S_1 + S_2$) erzeugt wird, hingegen durch die zweite Verrechnungseinheit kontinuierlich eine Signaldifferenz ($S_1 - S_2$) erzeugt wird.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Signalsumme und die Signaldifferenz mit einem ODER-Glied zu einem neuen gemeinsamen Signal vereint werden, so dass dieses die doppelte Frequenz eines der Teilsignale sowie im wesentlichen ein symmetrisches Tastverhältnis zwischen steigenden und fallenden Signalflanken aufweist.
8. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass das in seiner Frequenz gegenüber den Teilsignalen verdoppelte, aus Signalsumme und Signaldifferenz erzeugte gemeinsame Signal einem Modulator zugeführt wird, der kontinuierlich eine Stromquelle steuert, wobei in das Modulationsmuster des ge-

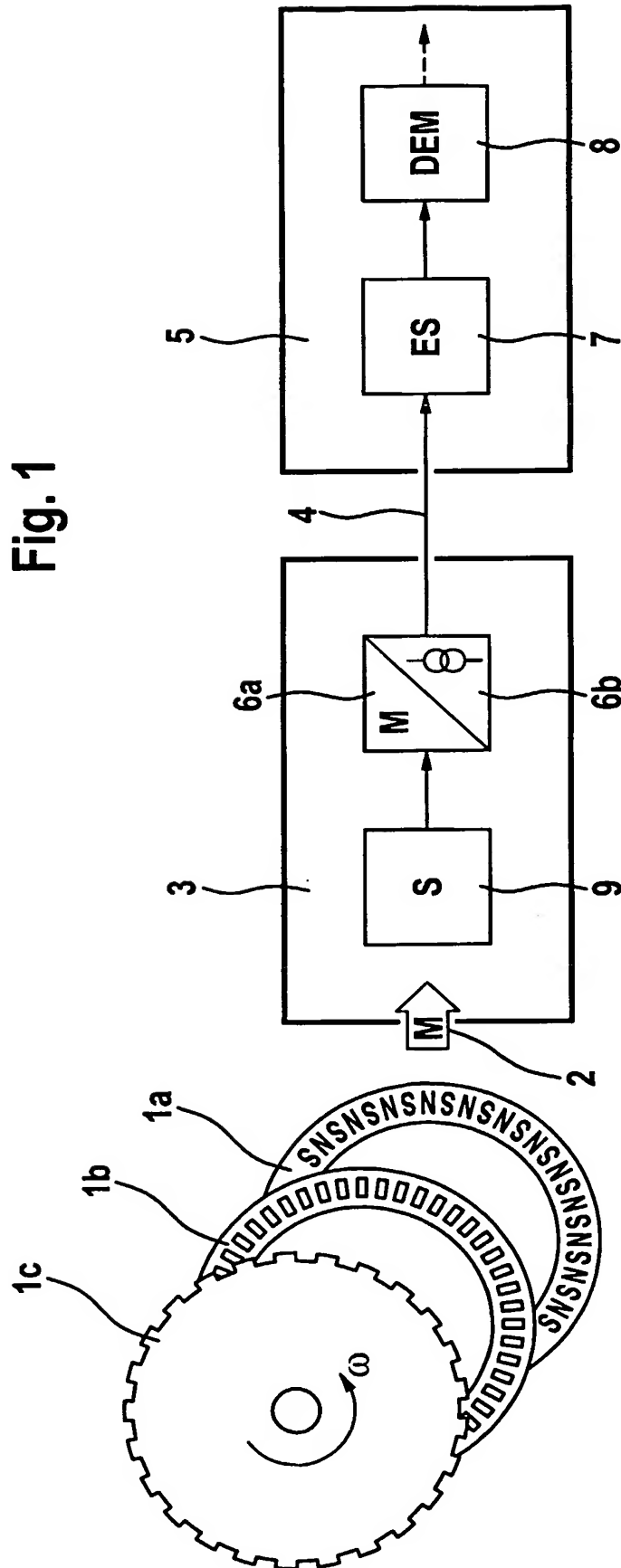
steuerten Stromes die Frequenzinformation des gemeinsamen Signals kodiert ist, die in der elektronischen Steuereinheit, mit welcher der Sensormodul elektrisch verbunden ist, dekodiert und als Ortsfrequenzverdopplung des bewegten inkrementalen Maßstabes interpretiert wird.

9. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, dass diese über eine Zweidrahtschnittstelle (12) mit einem elektronischen Steuergerät (5) verbunden ist.
10. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Signale der Teilwandler (W_1 , W_2) mit einer elektronischen Funktionseinheit (35), welche einen Multiplexer umfasst, wechselweise einer digitalen Offsetkompensation unterzogen werden, so dass als Ausgangssignale (SC1, SC2) reine Wechselstromsignale verbleiben.
11. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch **gekennzeichnet**, dass eine elektronische Funktionseinheit (36) vorgesehen ist, die aus den Signalen $SUM = S_1 + S_2$ und $DIF = S_1 - S_2$ zusätzlich ein Kennungssignal für die Drehrichtung berechnet und dieses dem Modulator (6a) zuführt.
12. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, dass die sensorisch aktiven Funktionsgruppen getrennte Wandlerelemente oder Teilwandlerelemente insbesondere einer gemeinsamen Brückenschaltung (21) umfassen.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Wandlerelemente oder Teilwandlerelemente Hall-

elemente und/oder magnetoresistive XMR-Elemente sind.

14. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 13, dadurch **gekennzeichnet**, dass die Signale der Wandlerelemente einer Stufe zur digitalen Offsetkompensation (35) zugeführt werden.
15. Verwendung der Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 14 als SWT-Sensor.

Fig. 1



2/10

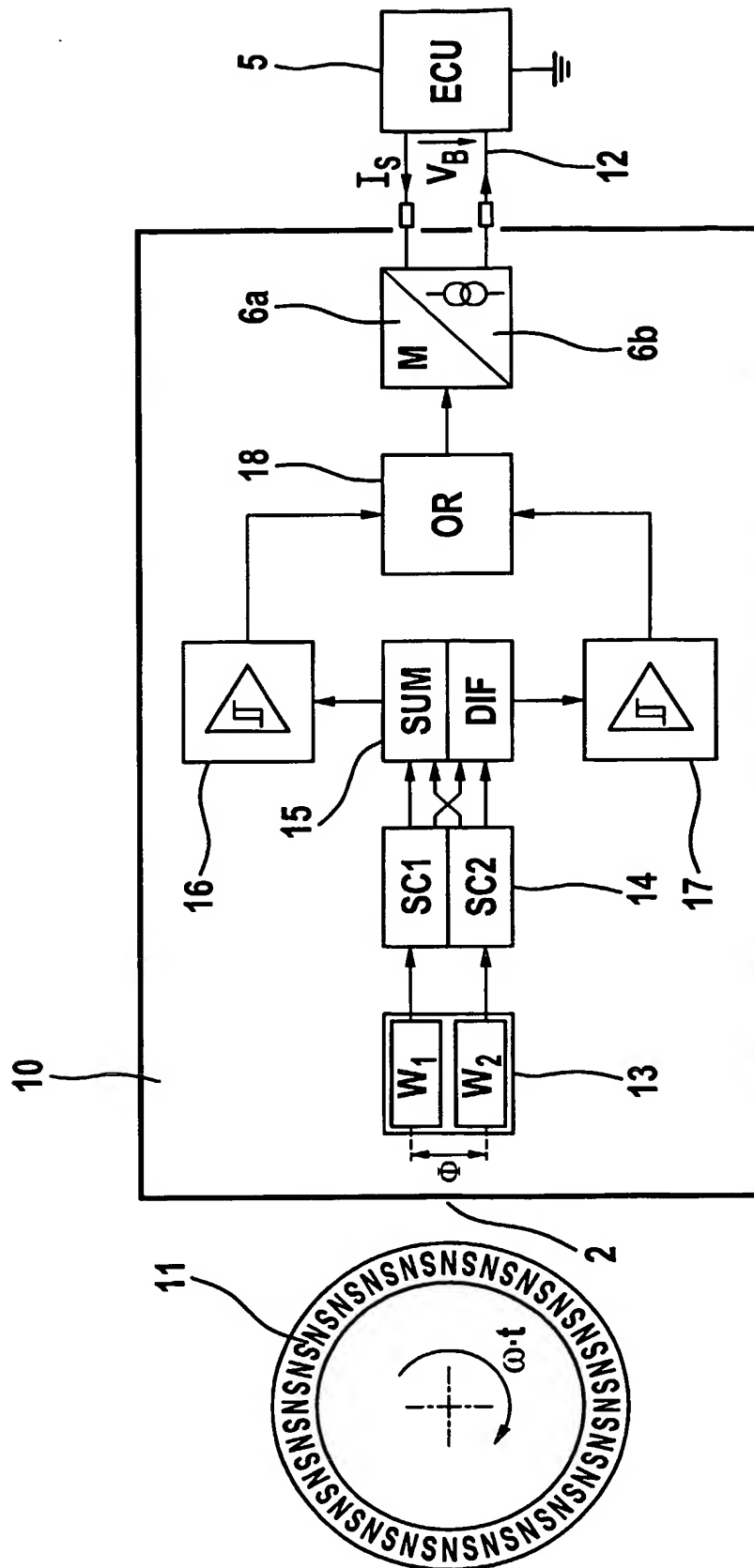


Fig. 2

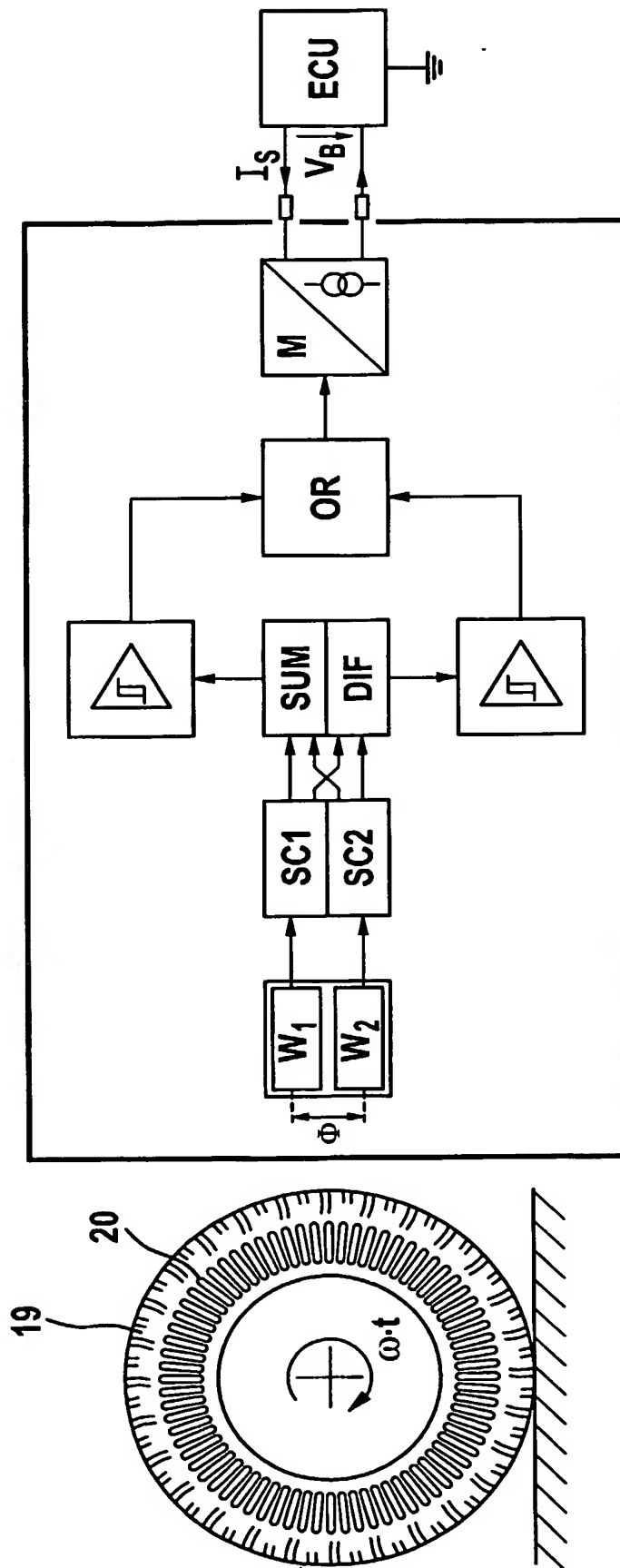
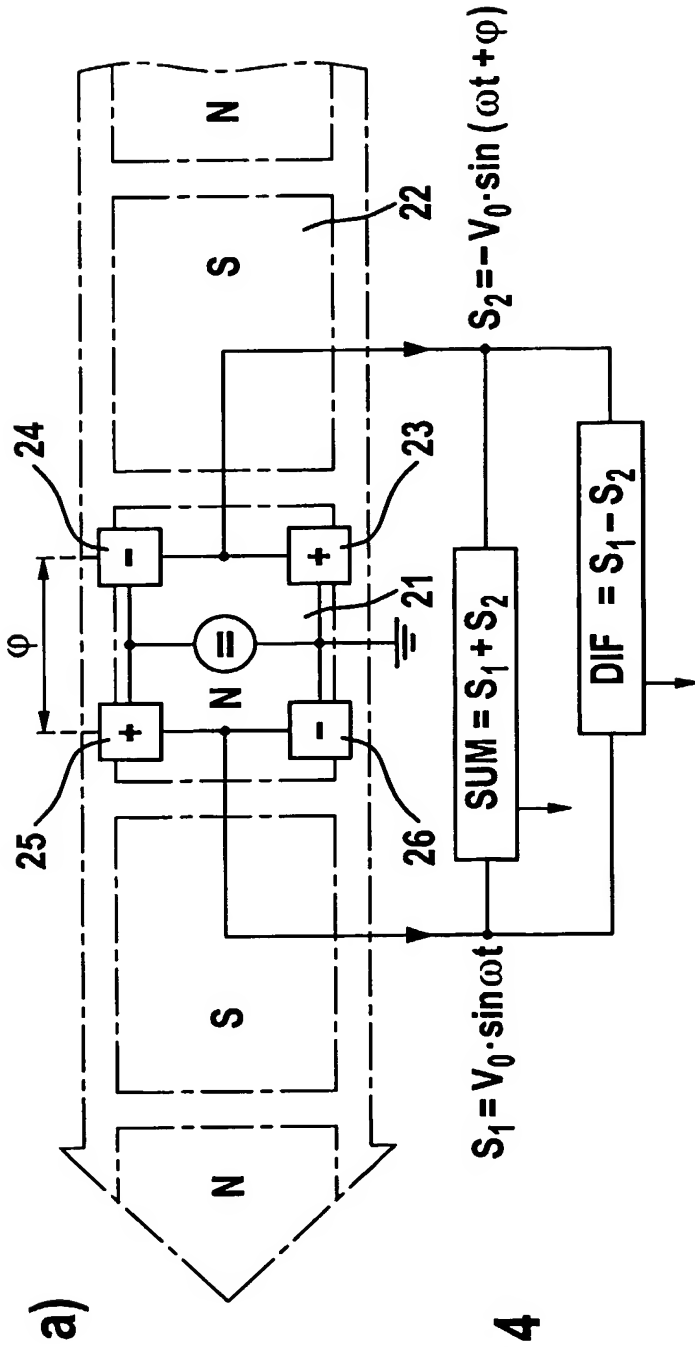


Fig. 3

4/10



b)

$$\begin{aligned} \text{SUM} &= S_1 + S_2 \sim (\sin \omega t - \sin (\omega t + \varphi)) \\ \text{DIF} &= S_1 - S_2 \sim (\sin \omega t + \sin (\omega t + \varphi)) \end{aligned}$$

$$\text{DIF} = 0 \quad \curvearrowright \quad \omega t = -\frac{\varphi}{2}$$

$$\frac{d\text{SUM}}{d\omega t} \left(-\frac{\varphi}{2} \right) = 0 \quad \curvearrowright \quad \text{EXTREMUM}$$

$$\frac{d^2 \text{SUM}}{d(\omega t)^2} \left(-\frac{\varphi}{2} \right) \approx +2\omega \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \quad \curvearrowright \quad \text{MINIMUM}$$

c)

$$\begin{aligned} \text{SUM} &= S_1 + S_2 \sim (\sin \omega t - \sin (\omega t - \varphi)) \\ \text{DIF} &= S_1 - S_2 \sim (\sin \omega t + \sin (\omega t - \varphi)) \end{aligned}$$

$$\text{DIF} = 0 \quad \curvearrowright \quad \omega t = +\frac{\varphi}{2}$$

$$\frac{d\text{SUM}}{d\omega t} \left(+\frac{\varphi}{2} \right) = 0 \quad \curvearrowright \quad \text{EXTREMUM}$$

$$\frac{d^2 \text{SUM}}{d(\omega t)^2} \left(+\frac{\varphi}{2} \right) \approx -2\omega \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \quad \curvearrowright \quad \text{MAXIMUM}$$

5/10

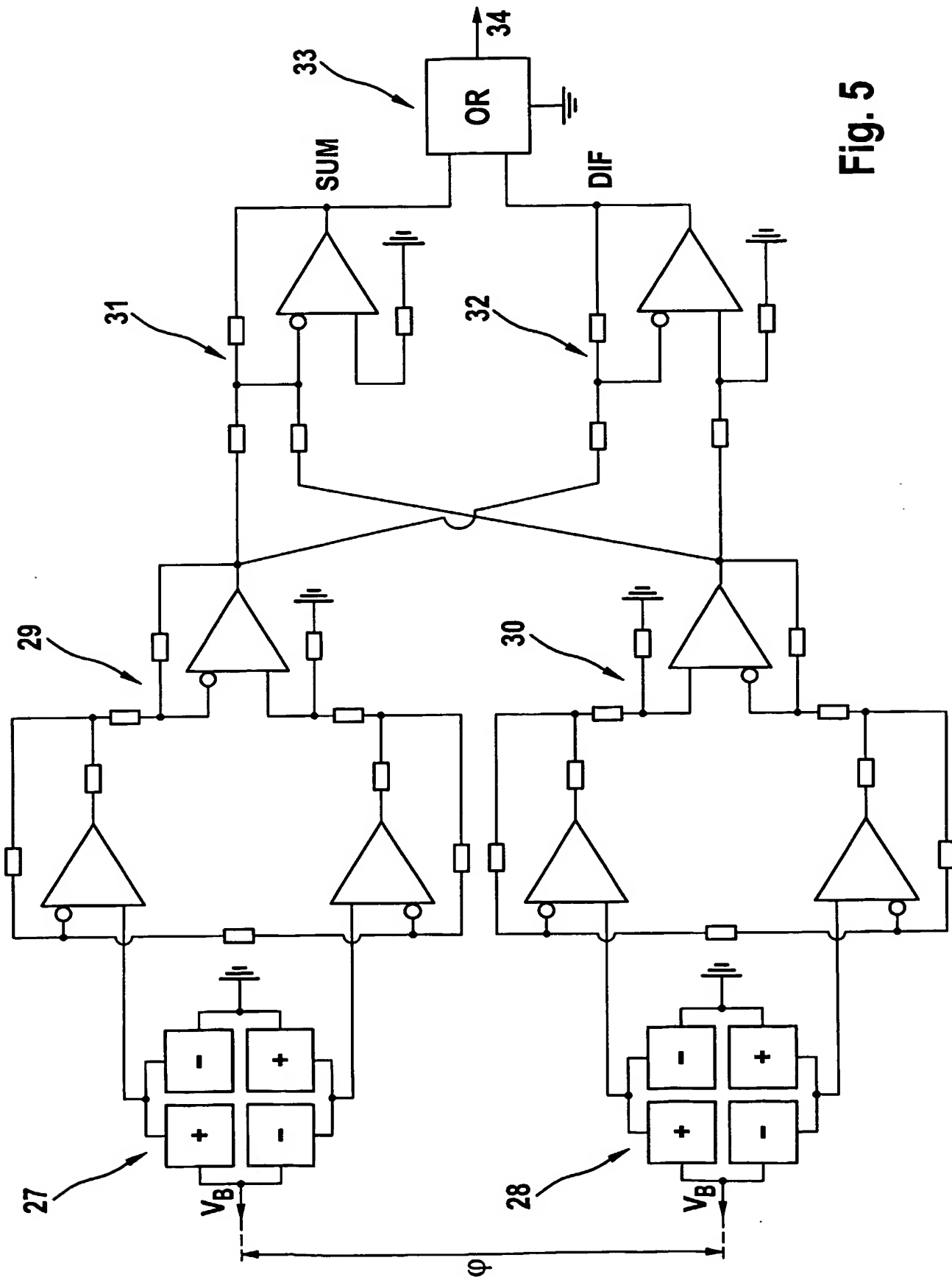
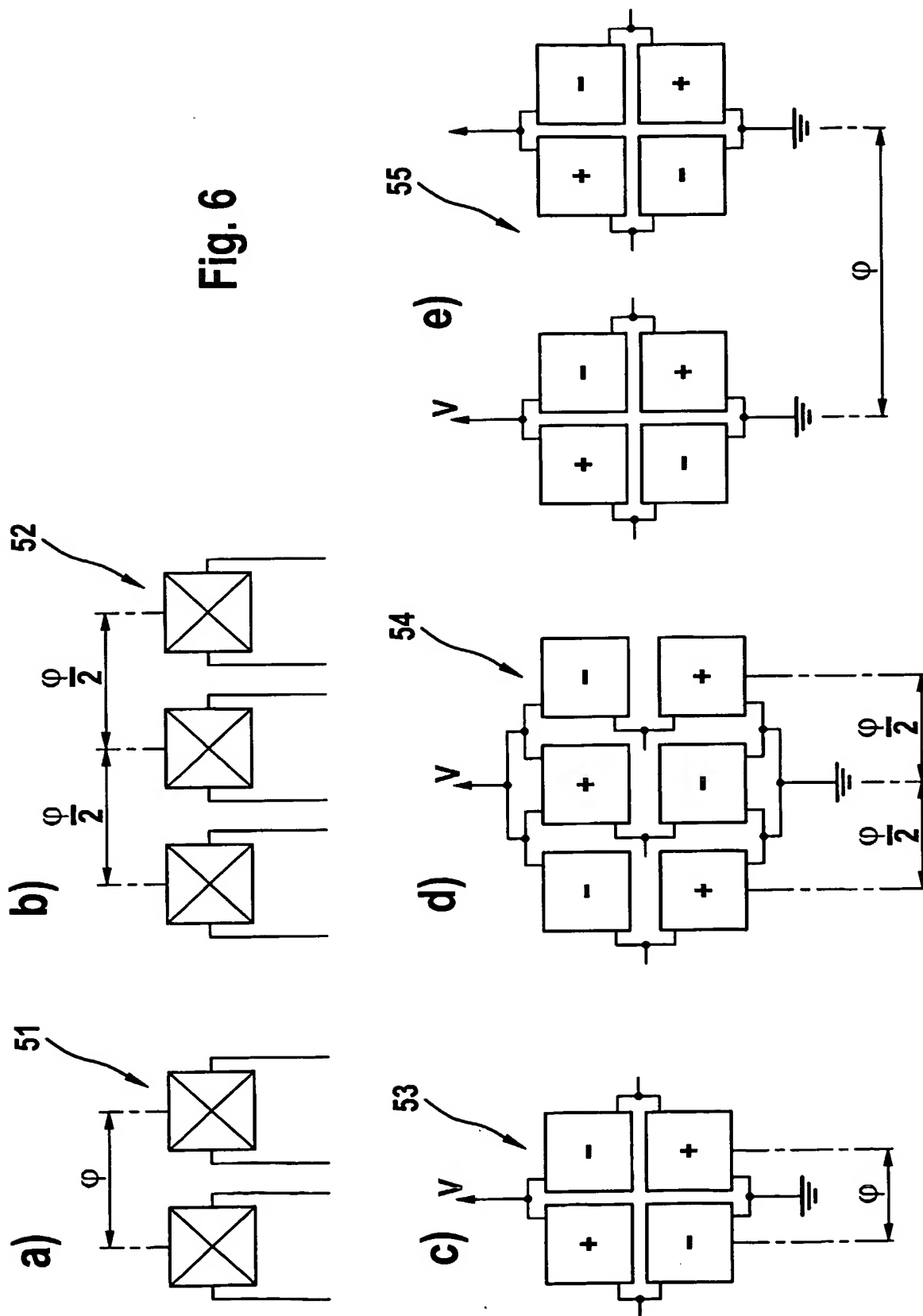


Fig. 5

6/10

Fig. 6



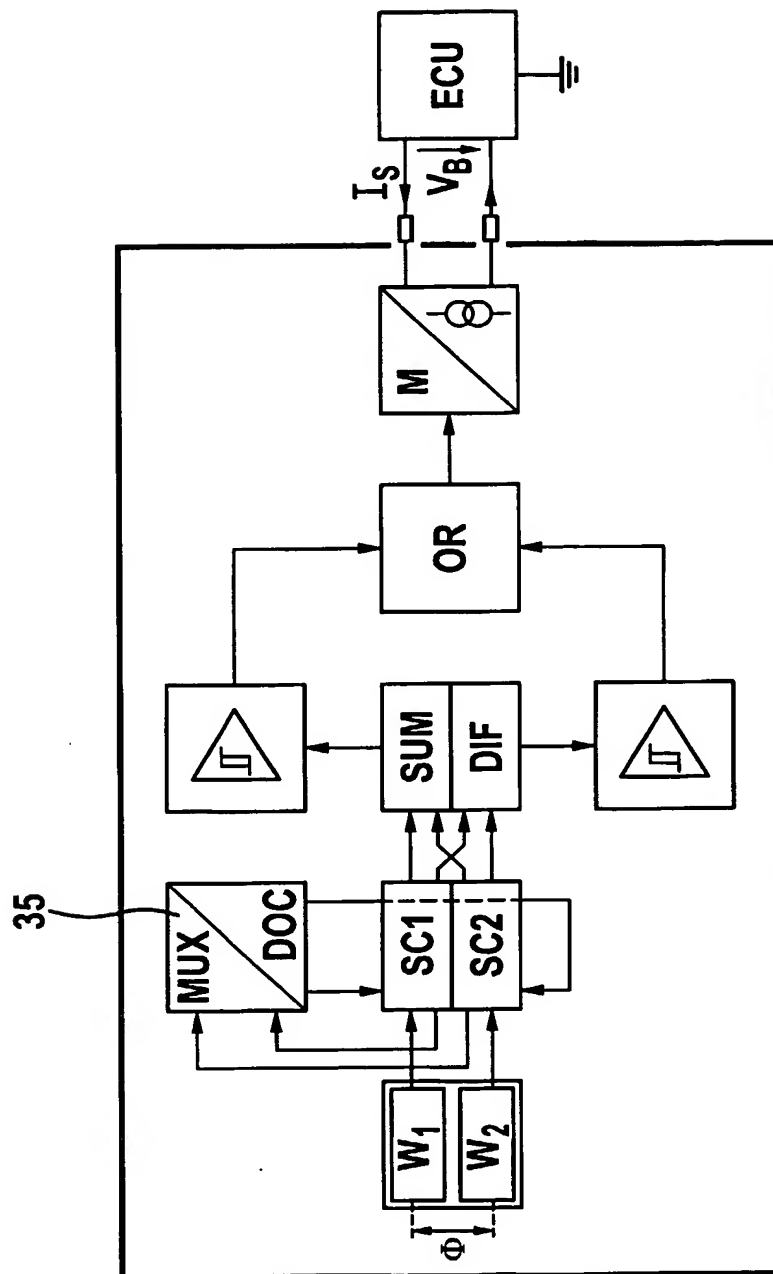
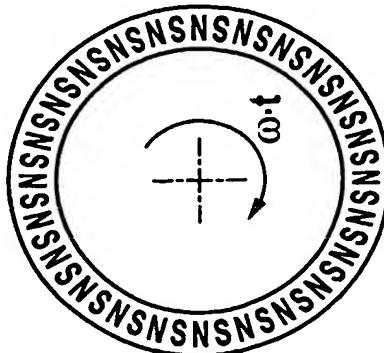


Fig. 7



8/10

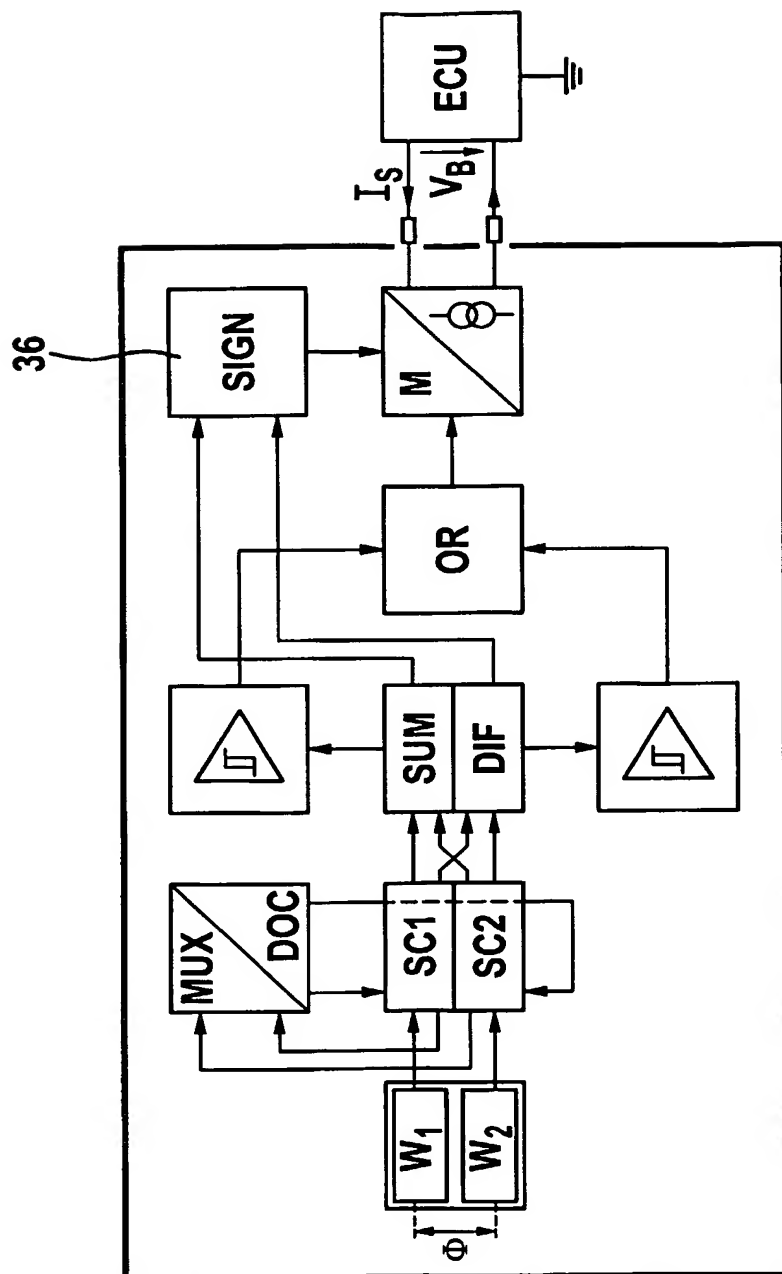
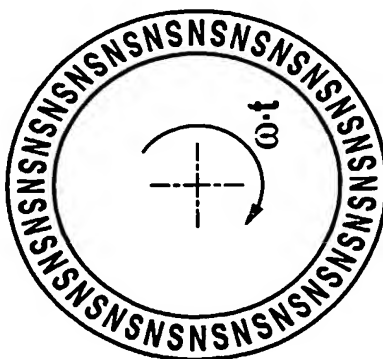


Fig. 8



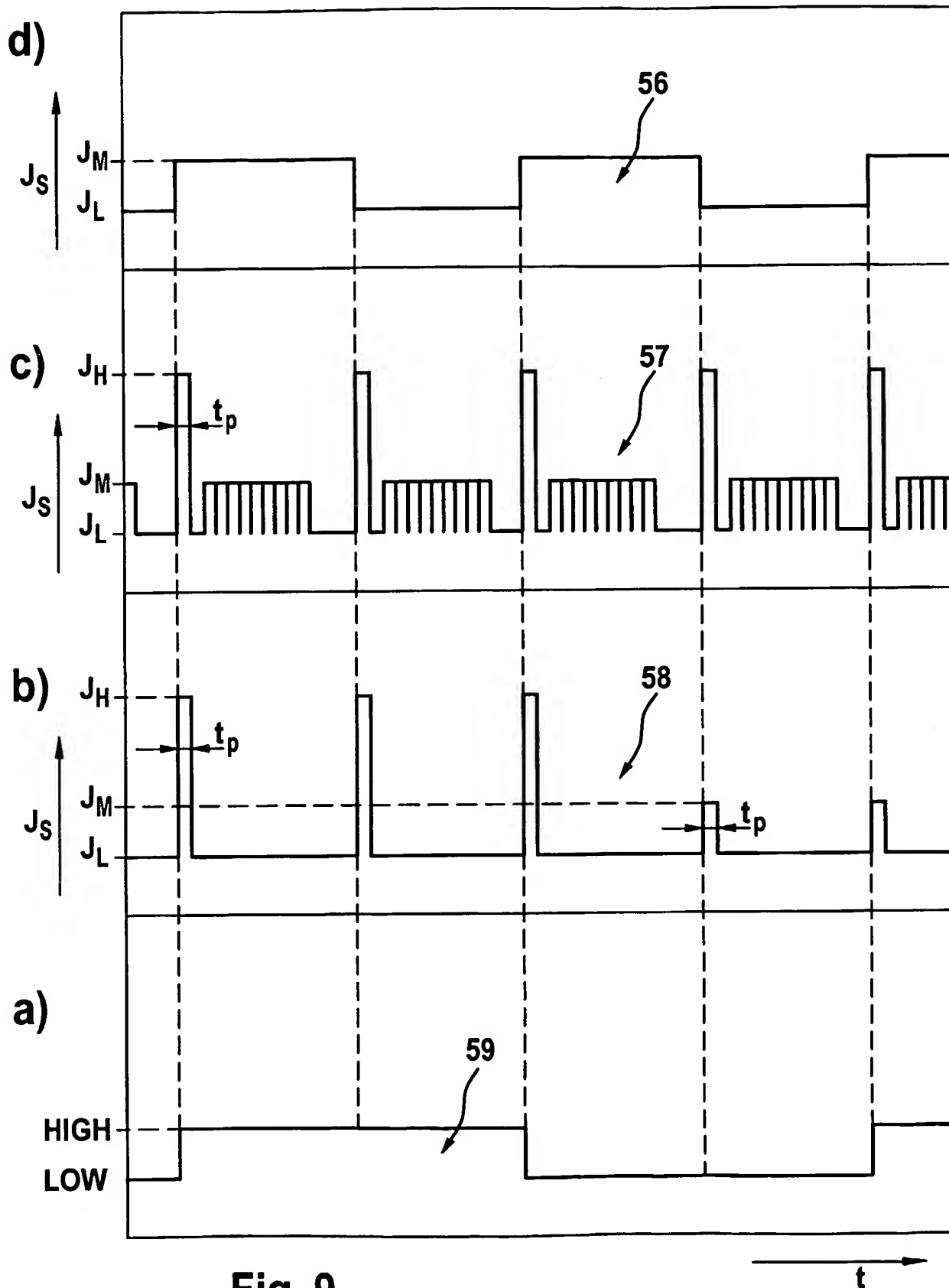
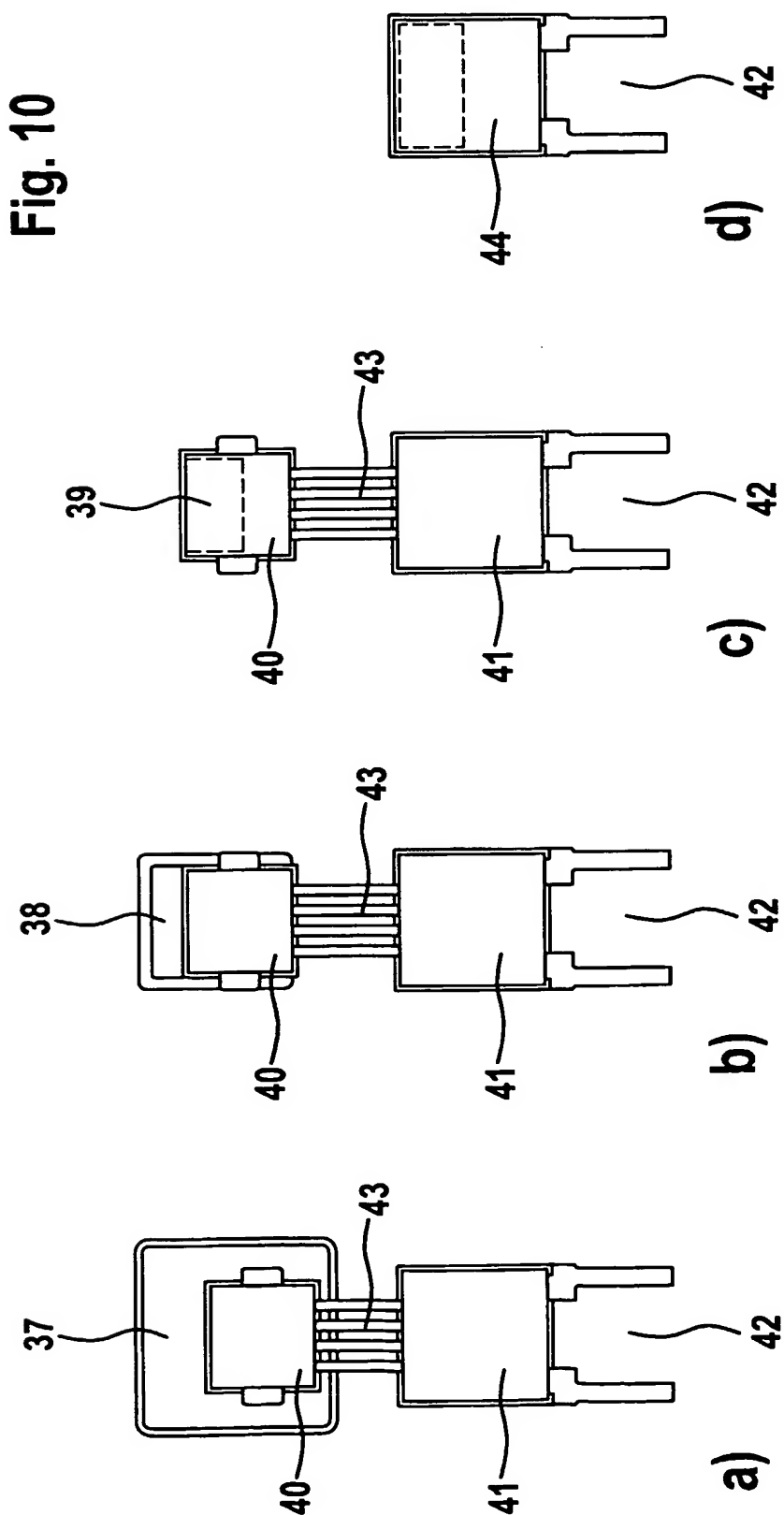


Fig. 9



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Oktober 2003 (23.10.2003)

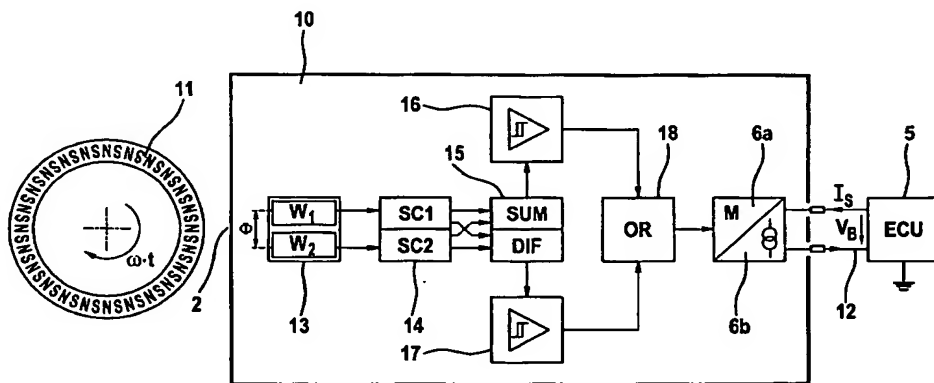
PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2003/087845 A3

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: G01P 3/481, 3/489, G01D 5/244 (74) Gemeinsamer Vertreter: CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt/Main (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/003947 (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, DE, JP, KR, US.
- (22) Internationales Anmeldedatum: 16. April 2003 (16.04.2003) (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102 17 435.0 18. April 2002 (18.04.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG [DE/DE]; Guerickestrasse 7, 60488 Frankfurt/Main (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): LOHBERG, Peter [DE/DE]; Am Ringelsberg 7, 61381 Friedrichsdorf (DE).
- Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht
- (88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: 19. Februar 2004
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE DETECTION OF LOCAL DISPLACEMENTS AND ROTATIONS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ERFASSUNG VON ORTSVERSCHIEBUNGEN UND DREHBEWEGUNGEN



(57) Abstract: Disclosed is a method for the detection of local displacements and rotations, wherein a sum signal and additionally a difference signal are formed from two separately generated signals of two transformer elements (W1, W2) which are distanced from each other, whereupon the sum signal and the formed difference signal are OR operated. Also disclosed is a moving incremental scale local frequency doubling device. Said device comprises an encoder (1a, 1b, 1c), a magnetically sensitive converter (9, 13) and a signal conditioning stage (6a, 6b) electrically connected thereto. The transformer comprises at least two sensorially active functional groups contemporaneously using sensorially active groups or sub-groups (W1, W2) which are locally offset in relation to each other by a local phase ϕ in order to scan the moving scale and the functional groups comprise means enabling at least two independent partial signals $S_1 = V \cdot \sin(\omega t)$ and $S_2 = -V \cdot \sin(\omega t + \phi)$ to be produced.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2003/087845 A3



(57) **Zusammenfassung:** Verfahren zur Erfassung von Ortsverschiebungen und Drehbewegungen, bei dem aus zwei getrennt erzeugten Signalen von zwei zueinander beabstandeten Wandlerelementen (W1, W2) ein Summensignal und zusätzlich ein Differenzsignal gebildet wird und anschliessend das gebildete Summensignal und das gebildete Differenzsignal miteinander ODER-verknüpft werden. Vorrichtung zur Ortsfrequenzverdopplung von bewegten inkrementalen Massstäben, bestehend aus Encoder (1a, 1b, 1c), magnetisch empfindlichem Wandler (9, 13) und einer mit diesem elektrisch verbundenen Signalaufbereitungsstufe (6a, 6b), wobei der Wandler mindestens zwei sensorisch aktive Funktionsgruppen umfasst, welche um eine Ortsphase ϕ örtlich zueinander versetzte, sensorisch aktive Gruppen oder Teilgruppen (W_1 , W_2) zeitgleich zur Abtastung des bewegten Massstabes nutzen, und wobei die Funktionsgruppen Mittel umfassen, mit denen mindestens zwei unabhängige Teilsignale $S_1 = V \cdot \sin(\omega t)$ und $S_2 = -V \cdot \sin(\omega t + \phi)$ erzeugt werden.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP 03/03947

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 G01P3/481 G01P3/489 G01D5/244

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01P G01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 00 54059 A (ROULEMENTS SOC NOUVELLE) 14 September 2000 (2000-09-14) page 18, line 33 -page 19, line 20; figures 6,7	1-6, 12, 13 8, 9, 11, 15
P, X	EP 1 243 899 A (PHILIPS CORP INTELLECTUAL PTY ;KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV (NL)) 25 September 2002 (2002-09-25) paragraphs '0038!', '0043!', '0044!', '0050!'; figures	1-6, 12, 13
X	DE 195 01 513 A (TEVES GMBH ALFRED) 25 July 1996 (1996-07-25) column 1, line 54 - line 63 column 2, line 57 - line 59 column 3, line 8 - line 11; claim 1; figures	1-3, 5, 11-13



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 October 2003

Date of mailing of the international search report

23/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pflugfelder, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/03947

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 196 20 582 A (TEVES GMBH ALFRED) 27 November 1997 (1997-11-27) cited in the application the whole document ----	8,9
Y	EP 0 504 583 A (SWF AUTO ELECTRIC GMBH) 23 September 1992 (1992-09-23) page 2, line 45 -page 4, line 45; figures ----	11
Y	WO 99 49322 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG ;LOHBERG PETER (DE); ZYDEK MICHAEL ()) 30 September 1999 (1999-09-30) cited in the application the whole document ----	15
A	US 6 340 908 B1 (MATUYAMA YASUHIKO) 22 January 2002 (2002-01-22) column 5, line 52 -column 6, line 27; figures 1,2 -----	10,14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Publication No

PCT/EP 03/03947

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0054059	A	14-09-2000	FR 2790800 A1 BR 0008802 A EP 1159623 A1 WO 0054059 A1 JP 2002539431 T	15-09-2000 19-03-2002 05-12-2001 14-09-2000 19-11-2002
EP 1243899	A	25-09-2002	DE 10113871 A1 EP 1243899 A1 JP 2003149001 A US 2002171418 A1	26-09-2002 25-09-2002 21-05-2003 21-11-2002
DE 19501513	A	25-07-1996	DE 19501513 A1 WO 9622538 A1 EP 0779986 A1	25-07-1996 25-07-1996 25-06-1997
DE 19620582	A	27-11-1997	DE 19620582 A1	27-11-1997
EP 0504583	A	23-09-1992	DE 4104902 A1 EP 0504583 A1	20-08-1992 23-09-1992
WO 9949322	A	30-09-1999	DE 19911774 A1 WO 9949322 A1 EP 1064559 A1 JP 2002507751 T US 6542847 B1	02-12-1999 30-09-1999 03-01-2001 12-03-2002 01-04-2003
US 6340908	B1	22-01-2002	JP 2000304570 A	02-11-2000

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Patentzeichen

PCT/EP 03/03947

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01P3/481 G01P3/489 G01D5/244

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01P G01D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 00 54059 A (ROULEMENTS SOC NOUVELLE) 14. September 2000 (2000-09-14)	1-6, 12, 13
Y	Seite 18, Zeile 33 - Seite 19, Zeile 20; Abbildungen 6, 7	8, 9, 11, 15
P, X	EP 1 243 899 A (PHILIPS CORP INTELLECTUAL PTY ; KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV (NL)) 25. September 2002 (2002-09-25) Absätze '0038!', '0043!', '0044!', '0050!'; Abbildungen	1-6, 12, 13
X	DE 195 01 513 A (TEVES GMBH ALFRED) 25. Juli 1996 (1996-07-25) Spalte 1, Zeile 54 - Zeile 63 Spalte 2, Zeile 57 - Zeile 59 Spalte 3, Zeile 8 - Zeile 11; Anspruch 1; Abbildungen	1-3, 5, 11-13

	---/---	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindertischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. Oktober 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

23/10/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3010

Bevollmächtigter Bediensteter

Pflugfelder, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Recherchezeichen

PCT/EP 03/03947

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 196 20 582 A (TEVES GMBH ALFRED) 27. November 1997 (1997-11-27) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	8,9
Y	EP 0 504 583 A (SWF AUTO ELECTRIC GMBH) 23. September 1992 (1992-09-23) Seite 2, Zeile 45 -Seite 4, Zeile 45; Abbildungen ---	11
Y	WO 99 49322 A (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG ;LOHBERG PETER (DE); ZYDEK MICHAEL ()) 30. September 1999 (1999-09-30) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument ---	15
A	US 6 340 908 B1 (MATUYAMA YASUHIKO) 22. Januar 2002 (2002-01-22) Spalte 5, Zeile 52 -Spalte 6, Zeile 27; Abbildungen 1,2 -----	10,14

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Symbol

PCT/EP 03/03947

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0054059	A	14-09-2000	FR 2790800 A1 15-09-2000 BR 0008802 A 19-03-2002 EP 1159623 A1 05-12-2001 WO 0054059 A1 14-09-2000 JP 2002539431 T 19-11-2002
EP 1243899	A	25-09-2002	DE 10113871 A1 26-09-2002 EP 1243899 A1 25-09-2002 JP 2003149001 A 21-05-2003 US 2002171418 A1 21-11-2002
DE 19501513	A	25-07-1996	DE 19501513 A1 25-07-1996 WO 9622538 A1 25-07-1996 EP 0779986 A1 25-06-1997
DE 19620582	A	27-11-1997	DE 19620582 A1 27-11-1997
EP 0504583	A	23-09-1992	DE 4104902 A1 20-08-1992 EP 0504583 A1 23-09-1992
WO 9949322	A	30-09-1999	DE 19911774 A1 02-12-1999 WO 9949322 A1 30-09-1999 EP 1064559 A1 03-01-2001 JP 2002507751 T 12-03-2002 US 6542847 B1 01-04-2003
US 6340908	B1	22-01-2002	JP 2000304570 A 02-11-2000

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.